

Перспективные проекты в области нейтринной физики

Под таким названием 8 февраля в Лаборатории ядерных проблем прошел коллоквиум, посвященный Дню российской науки.

Одной из основных тем прошедшего коллоквиума стала аномалия в спектре реакторных антинейтрино. Расчет данного спектра, а также интегрального потока нейтрино от атомного реактора – достаточно сложная, но очень важная задача, в частности, для экспериментов по поиску нейтринных осцилляций.

В докладе **М. В. Ширченко** обсуждались недавние работы по детальному вычислению реакторных процессов, приводящих к испусканию антинейтрино. В них рассматривались новые подходы к расчету спектров антинейтрино от различных изотопов, входящих в состав реакторного топлива. В результате этих расчетов интегральный поток реакторных антинейтрино оказался на 3,5 процента выше, чем считалось ранее. Это различие оказалось существенным и, в частности, потребовало повторного анализа результатов ряда экспериментов, таких как CHOOZ, KamLAND.

Как один из возможных вариантов объяснения этой «аномалии реакторных нейтрино», была выдвинута гипотеза о существовании осциллирующий активных нейтрино в стерильное нейтрино на коротких расстояниях и рассчитаны соответствующие параметры (разность квадратов массовых состояний и соответствующий ей угол смешивания). Кроме этого, были получены новые результаты для особенно важного параметра осцилляций Θ_{13} .

С другой стороны, наблюдаемую аномалию все еще возможно объяснить не известными пока систематическими ошибками осуществленных экспериментов или плохим учетом реакторных процессов второго порядка, например, однократно запрещенных ядерных переходов. Тем не менее, представляется весьма актуальным осуществить проверку этой гипотезы в будущих экспериментах, с установками, находящимися как можно ближе к активной зоне реактора (DANSS, Nucifer), либо в экспериментах с сильными (>1 МСи) источниками антинейтрино, помещенными в одном из существующих нейтринных детекторов.

Первая возможность подробно обсуждалась в следующем докладе, посвященном детектору DANSS (**В. Б. Бруданин**). Этот детектор состоит из 2500 сцинтилляционных ячеек размером 4x1x100 см, покрытых снаружи гадолиний-содержащим отражающим слоем. Каждая ячейка через спектросмещающее оптоволокно индивидуально просматривается лавинным многопиксельным фотодиодом (ЛФД), в то время как 50 таких ячеек, логически объединенных в модуль, просматриваются (также через оптоволокно) одним компактным ФЭУ. Пять X- и пять Y-модулей, взаимно перекрещиваясь, образуют отдельную секцию (100x100x20 см), способную работать независимо. Весь детектор, состоящий из пяти (или более) секций и имеющий размеры 100x100x100 см, дополнительно окружен защитой из свинца и борированного полиэтилена, а также пластинами мюонного вето. При этом ФЭУ обеспечивают информацию о величине энерговыделения в модулях, а ЛФД – информацию о его пространственном распределении, позволяя распознавать электронные, позитронные, нейтронные и гамма-события.

Ожидается, что на расстоянии 12–14 м от активной зоны реактора детектор будет регистрировать около 8000 нейтринных событий в сутки при фоне не более 50–70 событий. Пробная секция детектора уже изготовлена и проходит испытания. В ближайшее время будут изготовлены еще три секции. Изначально детектор предназначен для нейтринной диагностики ядерных реакторов, но, в связи с упоминавшимися аномалиями в спектре реакторных антинейтрино, сейчас рассматривается возможность использовать его для экспериментальной проверки предположения о существовании осцилляций в стерильные нейтрино.

Интересное предложение было сделано в докладе **П. Л. Фрабелли** касательно возможности регистрации двойного ядерного бета-распада, в том числе и поиска его безнейтринной моды, в современных

фотоэмульсиях. Однако пока данный проект еще находится в стадии первичной проработки и не ясна реальная возможность его практической реализации и конкурентоспособности.

Настоящий прорыв в физике нейтринных исследований обещают дать измерения с новыми детекторами, разрабатываемыми в ЛЯП ОИЯИ. О них шла речь во втором выступлении на коллоквиуме В. Б. Бруданина.

Массивные (~450 г) сверхчистые HPGe-детекторы с хорошим энергетическим разрешением (**см. фото**), с ультранизким порогом реги-



страции в субкэвной области энергий и прекрасными фоновыми характеристиками (как известно, монокристаллический Ge, применяемый для изготовления детекторов, – это один из наиболее радиоактивных материалов), станут в самое ближайшее время инструментом поиска (и, возможно, измерения) магнитного момента нейтрино на беспрецедентном уровне чувствительности. Этот уровень чувствительности будет, по крайней мере, на порядок лучше всех известных ограничений в лабораторных экспериментах.

Кроме того, именно с этими детекторами станет возможно впервые зарегистрировать и начать систематические исследования когерентного рассеяния нейтрино на ядрах. Этот процесс представляет как фундаментальный интерес, поскольку играет важную роль в динамике нейтрино в сверхновых и нейтронных звездах, так и прямое практическое значение – дистанционный мониторинг работы ядерного реактора с детектором достаточно скромного размера (несколько кг).

В ЛЯП ОИЯИ разработана технология и методика создания больших (~10 кг и больше) детекторных сборок из HPGe-детекторов с низким порогом регистрации в одном криостате. В настоящее время на третьем энергоблоке Калининской атомной электростанции, который является мощным источником ан-

(Окончание на 13-й стр.)